

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013518080 **Image available**
WPI Acc No: 2001-002286/ 200101
XRPX Acc No: N01-001887

Three-group zoom lens for e.g. video camera, digital camera, has first lens group comprising of one positive lens and one negative lens both having aspherical surfaces

Patent Assignee: FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD (FUOP)

Inventor: TANAKA T

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2000284177	A	20001013	JP 9990762	A	19990331	200101 B
US <u>6351337</u>	B1	20020226	US 2000537286	A	20000329	200220

com

Priority Applications (No Type Date): JP 9990762 A 19990331

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2000284177	A	9		G02B-015/20	
US 6351337	B1			G02B-015/14	

Abstract (Basic): **JP 2000284177 A**

NOVELTY - A zoom lens has a first lens group (G1) of negative refractive power, and second and third lens groups (G2, G3) of positive refractive power. The first lens group has one positive lens and one negative lens, both lenses having aspherical surfaces. The space between second and third lens groups is nearly fixed during variable magnification or infinite point focusing.

DETAILED DESCRIPTION - During the variable magnification of the zoom lens towards the wide angle edge, the first lens group is moved in manner approximating the second lens group movement, while the other two lens groups are moved towards the object side. During the infinite point focusing, the third lens group is moved towards the object side. A stop (3) for light quantity adjustment is provided on the second lens group. The composition of the first lens group allows the zoom lens to satisfy four conditions which depend on the focal lengths of each lens group, focal lengths of the entire zoom lens system from wide angle and telephoto edges, and the system focal length during infinite point focusing.

USE - Used in e.g. video camera, digital camera.

ADVANTAGE - Allows provision of rear focus system function to zoom lens. Enables setting of exit pupil position from image pick up surface. Achieves size reduction of zoom lens. Satisfactorily adjusts aberration of zoom lens. Attains desired variable magnification ratio. Ensures high speed focusing function of zoom lens. Provides sufficient high resolution power.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the schematic diagram of a three-group zoom lens.

Stop (3)

Lens group (G1-G3)

pp; 9 DwgNo 1/3

Title Terms: THREE; GROUP; ZOOM; LENS; VIDEO; CAMERA; DIGITAL; CAMERA; FIRST; LENS; GROUP; COMPRISE; ONE; POSITIVE; LENS; ONE; NEGATIVE; LENS; ASPHERIC; SURFACE

Derwent Class: P81; W04

International Patent Class (Main): G02B-015/14; G02B-015/20

International Patent Class (Additional): G02B-013/18

T S3/5/1

3/5/1
DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06698346 **Image available**
THREE-GROUP ZOOM LENS

PUB. NO.: 2000-284177 [JP 2000284177 A]
PUBLISHED: October 13, 2000 (20001013)
INVENTOR(s): TANAKA TAKESHI
APPLICANT(s): FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD
APPL. NO.: 11-090762 [JP 9990762]
FILED: March 31, 1999 (19990331)
INTL CLASS: G02B-015/20; G02B-013/18

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a three-group zoom lens with excellent various aberrations which is focused faster and small-sized and displays high resolving power by making a zoom lens of three-group constitution satisfy specific conditional inequalities.

SOLUTION: This zoom lens is composed of a 1st lens group G1 with negative refracting power, a 2nd lens group G2 with positive refracting power, and a 3rd lens group G3 with positive refracting power in this order from the object side. For zooming, the 1st lens group G1 and 2nd lens group G2 are made movable and for focusing from an infinite distance to a short distance, the 3rd lens group G3 is moved to the object side. Here, the lens meets $0.3(fW/f1) \leq 0.6$, $1.1(fT/f1) \leq 1.6$, $0.5(f2/f3) \leq 1.2$, and $0.15(D2W/f3) \leq 0.25$. Here, $f1$ is the focal length of an i -th lens group, fW and fT are the focal lengths of the whole system at the wide-angle end and telephoto end, and $D2W$ is the gap from the 2nd lens group G2 to the 3rd lens group G3 at the wide-angle end in focusing at infinity.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO
?

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-284177

(P2000-284177A)

(43)公開日 平成12年10月13日 (2000.10.13)

(51)Int.Cl.*

G 0 2 B 15/20
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20
13/18

テ-マコード*(参考)
2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全9頁)

(21)出願番号

特願平11-90762

(22)出願日

平成11年3月31日 (1999.3.31)

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(72)発明者 田中 剛

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士
写真光機株式会社内

(74)代理人 100097984

弁理士 川野 宏

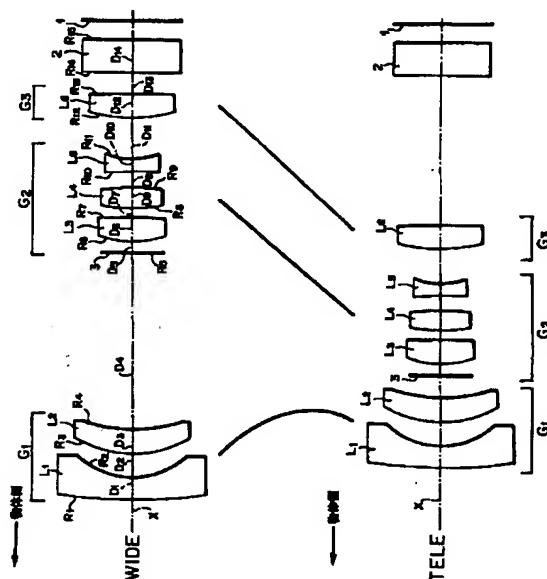
Fターム(参考) 2H087 KA03 MA14 PA06 PA17 PB06
QA02 QA06 QA07 QA17 QA21
QA25 QA32 QA34 QA42 QA45
RA05 RA12 RA13 RA36 RA43
SA14 SA16 SA19 SA62 SA63
SA64 SB03 SB14 SB22

(54)【発明の名称】 3群ズームレンズ

(57)【要約】

【目的】 撮像面からの射出瞳位置を適切に設定しつつ、リアーフォーカス方式を採用し、さらに所定のレンズ形状、所定の条件式を満足することで、2.5倍以上の変倍比を有し、フォーカシングの高速化および小型化を図り、高解像力を發揮し得る諸取扱が良好な3群ズームレンズを得る。

【構成】 物体側から順に、負、正、正の3つのレンズ群G₁、G₂、G₃が配列され、広角から望遠に向かって変倍する際には、レンズ群G₁をレンズ群G₂に相対的に近づくよう移動させ、レンズ群G₂、G₃を物体側に移動させ、無限遠から近距離へフォーカシングする際には、レンズ群G₃を物体側に移動させ、また、レンズ群G₁を負レンズと正レンズの2枚で構成する。さらに、レンズ群G₁、G₂は共に少なくとも1つの非球面を有し、無限遠合焦時においては、レンズ群G₂とレンズ群G₃の間隔は変倍期間中に亘りほぼ一定となるよう構成され、さらに4つの所定の条件式を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群および正の屈折力を有する第3レンズ群が配列されるとともに、前記第2レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、

広角から望遠に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群を前記第2レンズ群に相対的に近づくよう移動されるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群を物体側に移動させ、

無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群を物体側に移動させる3群ズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は負レンズと正レンズの2枚で構成されるとともに、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群は共に少なくとも1つの非球面を有し、

無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は変倍期間中に亘りほぼ一定となるよう構成され、

さらに下記の条件式(1)から(4)を満足することを特徴とする3群ズームレンズ。

$$0.3 < f_w / |f_1| < 0.6 \quad \dots (1)$$

$$1.1 < f_T / |f_1| < 1.6 \quad \dots (2)$$

$$0.5 < f_2 / f_3 < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$0.15 < D_{2w} / f_3 < 0.25 \quad \dots (4)$$

ただし、

f_i は第*i*レンズ群の焦点距離、 f_w は広角端における全系の焦点距離、 f_T は望遠端における全系の焦点距離、 D_{2w} は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群の最も像側の面から第3レンズ群の最も物体側の面までの間隔である。

【請求項2】 前記第1レンズ群は物体側から順に、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの2枚で構成され、前記第2レンズ群は物体側から順に、物体側に強い曲率の凸面を向けた正レンズ、正レンズおよび像側に強い曲率の凹面を向けた負レンズの3枚で構成され、

前記第3レンズ群は物体側に強い曲率の凸面を向けた1枚の正レンズで構成され、

前記第1レンズ群の前記負のメニスカスレンズおよび前記第2レンズ群の2つの正レンズは各々が少なくとも1つの非球面を有するように構成され、

前記絞りが、前記第2レンズ群の最も物体側に配設され、

さらに、下記条件式(5)から(7)を満足することを特徴とする請求項1記載の3群ズームレンズ。

$$N_{1n} > 1.68 \quad \dots (5)$$

$$\nu_{1n} - \nu_{1p} > 11 \quad \dots (6)$$

$$3 < (R_4 + R_3) / (R_4 - R_3) < 10 \quad \dots (7)$$

ただし、

N_{1n} は第1レンズ群内の負レンズの屈折率、 ν_{1n} は第1レンズ群内の負レンズのアッペ数、 ν_{1p} は第1レンズ群内の正レンズのアッペ数、 R_3 および R_4 はそれぞれ第1レンズ群内の正メニスカスレンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は3群ズームレンズ、特にデジタルカメラやビデオカメラに用いられる、固体撮像素子を有する3群ズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、各種カメラのズームレンズとして3群ズームレンズが知られている。この3群ズームレンズはコンパクト化を図り、かつ収差補正を良好にするという観点から広く用いられている。

【0003】 そして、近年急速に普及しつつあるデジタルカメラやビデオカメラにおいては、一般的なカメラに用いられるものと同様にレンズの小型化、高画質化、低ディストーション化等が望まれる一方で、CCD等の固体撮像素子を用いたことによる特有の条件を満足させる必要がある。

【0004】 ところで、デジタルカメラやビデオカメラにおいては、オートフォーカスが主流となっており、フォーカシングの高速化が望まれている。そのため、ズームレンズのフォーカシング方式としては、レンズ重量を軽くでき、なおかつカメラ本体側にレンズが近く駆動操作が容易な、インナーフォーカス式やリアフオーカス式が頻繁に使用されており、レンズ群数としては2群構成とするよりも3群構成とすることが望ましく、本願発明者は、このような種々の問題に対処し得る、3群ズームレンズを既に開示している（特開平10-293253号公報）。

【0005】 この公報記載のものの最大の特徴は、撮像面からの射出瞳位置を充分に遠くすることにある。従来、CCD等の固体撮像素子は、写真用のフィルムとは異なり、撮像面に対し垂直に近い角度で入射させないと効率良く受光することができなかった。したがって、CCD撮像面上に被写体像を結像するための光学系の条件としては、撮像面上のどの像高位置に対しても主光線がほぼ垂直に入射すること、つまり撮像面からの射出瞳位置を充分に遠くする必要があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、近年、光学系の小型化を促進するため、射出瞳が、撮像面の物体側方向の有限距離に位置するときに最も効率良く受光することができるようなCCDが開発され、その結果最大像高の5倍程度の射出瞳位置まで良好に受光可能となっている。

【0007】 そのようなCCDにおいては、射出瞳位置が遠くなるとむしろ受光効率が悪くなってしまい、上記

公報に記載されているように第3レンズ群が変倍時にはほとんど移動しない構成のものにおいては、逆にその点で不利となってしまう。

【0008】一方、従来の3群構成リアーフォーカス式の他のズームレンズとしては、特開昭59-31922号公報に記載されたものが知られている。このズームレンズは至近距離合焦時において、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を一定に保ちながら変倍が行われるため、広角端において撮像面からの射出瞳位置が近くなり過ぎることが多く、一定の距離を保とうとすると、望遠端の無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きくなり、小型化の要求を満足することが困難となる。

【0009】さらに、電子スチルカメラ等に使用されるCCDは、その総画素数の飛躍的な増大化がなされ、今日では200万を越えるものも次々と開発され、今後もさらに増加していく傾向にある。そのため、電子スチルカメラ等に用いられる撮影レンズには、ますます高い解像力が要求されている。

【0010】本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、2.5倍以上の変倍比を有し、フォーカシングの高速化を図ることが可能であり、前玉から撮像面までの全長が最大撮像サイズ(=最大像高×2)の6倍以下と小型でありながら、充分な高解像力を発揮し得る諸収差が良好な3群ズームレンズを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の3群ズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群および正の屈折力を有する第3レンズ群が配列されるとともに、前記第2レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、広角から望遠に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群を前記第2レンズ群に相対的に近づくよう移動させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群を物体側に移動させ、無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群を物体側に移動させる3群ズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は負レンズと正レンズの2枚で構成されるとともに、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群は共に少なくとも1つの非球面を有し、無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は変倍期間中に亘りほぼ一定となるように構成され、さらに下記の条件式(1)から(4)を満足することを特徴とするものである。

$$0.3 < f_w / |f_1| < 0.6 \quad \dots (1)$$

$$1.1 < f_T / |f_1| < 1.6 \quad \dots (2)$$

$$0.5 < f_2 / f_3 < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$0.15 < D_{2w} / f_3 < 0.25 \quad \dots (4)$$

ただし、 f_i は第*i*レンズ群の焦点距離、 f_w は広角端における全系の焦点距離、 f_T は望遠端における全系の

焦点距離、 D_{2w} は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群の最も像側の面から第3レンズ群の最も物体側の面までの間隔である。

【0012】また、上記3群ズームレンズの具体的な構成としては、例えば、前記第1レンズ群は物体側から順に、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの2枚で構成され、前記第2レンズ群は物体側から順に、物体側に強い曲率の凸面を向けた正レンズ、正レンズおよび像側に強い曲率の凹面を向けた負レンズの3枚で構成され、前記第3レンズ群は物体側に強い曲率の凸面を向けた1枚の正レンズで構成され、前記第1レンズ群の前記負のメニスカスレンズおよび前記第2レンズ群の2つの正レンズは各々が少なくとも1つの非球面を有するように構成され、前記絞りが、前記第2レンズ群の最も物体側に配設され、さらに、下記条件式(5)から(7)を満足する構成とする。

$$N_{1n} > 1.68 \quad \dots (5)$$

$$\nu_{1n} - \nu_{1p} > 11 \quad \dots (6)$$

$$3 < (R_4 + R_3) / (R_4 - R_3) < 10 \quad \dots (7)$$

ただし、 N_{1n} は第1レンズ群内の負レンズの屈折率、 ν_{1n} は第1レンズ群内の負レンズのアッペ数、 ν_{1p} は第1レンズ群内の正レンズのアッペ数、 R_3 および R_4 はそれぞれ第1レンズ群内の正メニスカスレンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0013】

【作用】本発明の3群ズームレンズによれば、無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を変倍期間中に亘りほぼ一定としているので、撮像面からの射出瞳位置を適切に設定しつつ、リアーフォーカス方式の採用が可能になる。

【0014】また、第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚で構成し、さらに第1レンズ群と第2レンズ群にそれぞれ少なくとも1つの非球面を使用することで、小型でありながら諸収差を良好に補正することができる。なお、本発明のズームレンズは、全てのレンズ群が移動可能とされているので、メカ的に沈胴機構を取り付けることが比較的容易であり、全長をさらに短くすることも可能となる。

【0015】次に、上記条件式(1)および(2)は、それぞれ広角端および望遠端における、第2レンズ群と第3レンズ群の合成レンズ群の結像倍率を表す式で、適切な変倍比を確保しつつ、小型化と諸収差の補正をバランス良く実現するためのものである。すなわち、上記条件式(1)の下限を越えると、広角端における光学系の全長が長くなり、小型化が実現できなくなる。また同時に、広角端におけるバックフォーカスが短くなり、第3レンズ群と撮像面の間にローパスフィルタ等を挿入するスペースが確保できなくなる。一方、上記条件式(1)の上限を越えると、第1レンズ群の屈折力が過大とな

り、第1レンズ群を2枚で構成することが困難になる。
【0016】また、条件式(2)の下限を越えると、2.5倍以上の変倍比を保つためには第1レンズ群の変倍時の移動量が長くなり過ぎ、小型化が実現できなくなる。一方、上記条件式(2)の上限を越えると、第1レンズ群のいわゆるガタ倍率が大きくなり、光学系の組立精度を維持することが困難となる。

【0017】また、上記条件式(3)は、第2レンズ群と第3レンズ群の屈折力を適切に配分するためのものである。上記条件式(3)の下限を越えると、第3レンズ群の屈折力が過小となるためにフォーカシングの移動量が長くなり過ぎ、その結果フォーカシングによる周辺像面の変動が大きくなってしまう。一方、上記条件式(3)の上限を越えると、第3レンズ群の屈折力が過大となり、1枚構成にすることが困難になる。

【0018】また、上記条件式(4)は、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を規定するためのものである。上記条件式(4)の下限を越えると、フォーカシングの移動スペースが確保できなくなるため、望遠端における合焦可能な至近距離が長くなってしまう。また、撮像面からの射出瞳位置も充分に確保できなくなる。一方、条件式(4)の上限を越えると、撮像面からの射出瞳位置を確保しやすくなるが、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きくなるとともに、第3レンズ群各レンズのレンズ径も大きくなるため、小型化に不利となってしまう。

【0019】また、上記条件式(5)は、第1レンズ群内の負レンズの屈折率を規定するためのものである。上記条件式(5)の下限を越えると、上記負レンズの曲率が負の方向に強くなるため、たとえ非球面を使用しても広角端における非点収差や歪曲収差を補正するのが難しくなる。

【0020】また、上記条件式(6)は、第1レンズ群内の負レンズと正レンズのアッベ数の差を規定するためのものである。上記条件式(6)の下限を越えると、広角端における倍率色収差や、変倍時における軸上色収差の変動を充分に抑えることが困難になる。

【0021】さらに、上記条件式(7)は、第1レンズ群内の正メニスカスレンズのいわゆるシェイプファクターを規定するためのものである。条件式(7)の下限および上限のどちらを越えても、広角端における非点収差を補正できなくなり、その結果第1レンズ群を2枚のレンズで構成することが困難になる。

【0022】

【発明の実施の形態】<実施例1>以下、本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。

【0023】図1は、実施例1の3群ズームレンズの広角端(WIDE)および望遠端(TELE)におけるレンズ構成図を示すものである。

【0024】また、図1中に、広角端から望遠端に進む

間の各レンズ群G₁、G₂、G₃の移動軌跡が示されている。

【0025】実施例1の3群ズームレンズは図1に示すように、物体側より順に、全体として負の屈折力を有する第1レンズ群G₁と、正の屈折力を有する第2レンズ群G₂と、正の屈折力を有する第3レンズ群G₃とからなり、ズーミングのために第1レンズ群G₁および第2レンズ群G₂は可動とされ、無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群G₃を物体側に移動させるよう構成され、これら3つのレンズ群G₁、G₂、G₃を光軸Xに沿って移動することにより全系の焦点距離fを変化させるとともに光束を結像面1上に効率良く集束させるようにしたズームレンズである。

【0026】さらに、本実施例のズームレンズにおいては、第1レンズ群G₁は物体側から順に、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズからなる第1レンズL₁および物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第2レンズL₂を配設してなり、また、第2レンズ群G₂は物体側から順に、絞り2、物体側に強い曲率の面を向けた両凸レンズからなる第3レンズL₃、物体側に強い曲率の面を向けた両凸レンズからなる第4レンズL₄、像側に強い曲率の面を向けた両凹レンズからなる第5レンズL₅を配設してなり、また、第3レンズ群G₃は物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第6レンズL₆により構成されている。

【0027】また、第6レンズL₆と結像面(CCD撮像面)1の間にはローパスフィルタや赤外線カットフィルタを含むフィルタ部2が配されている。

【0028】また、以下の条件式(1)～(7)を満足する構成とされている。

【0029】なお、図1のレンズ移動軌跡に示すように、無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群G₂と前記第3レンズ群G₃の間隔は変倍期間中に亘りほぼ一定となるように構成されている。

【0030】

$$0.3 < f_w / |f_1| < 0.6 \quad \dots (1)$$

$$1.1 < f_T / |f_1| < 1.6 \quad \dots (2)$$

$$0.5 < f_2 / f_3 < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$0.15 < D_{2w} / f_3 < 0.25 \quad \dots (4)$$

$$N_{1n} > 1.68 \quad \dots (5)$$

$$\nu_{1n} - \nu_{1p} > 11 \quad \dots (6)$$

$$3 < (R_4 + R_3) / (R_4 - R_3) < 10 \quad \dots (7)$$

ただし、f_iは第iレンズ群G_iの焦点距離、f_wは広角端における全系の焦点距離、f_Tは望遠端における全系の焦点距離、D_{2w}は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群G₂の最も像側の面から第3レンズ群G₃の最も物体側の面までの間隔、N_{1n}は第1レンズ群G₁内の負レンズの屈折率、ν_{1n}は第1レンズ群G₁内の負レンズのアッベ数、ν_{1p}は第1レンズ群G₁内の

正レンズのアッペ数、 R_3 および R_4 はそれぞれ第1レンズ群 G_1 内の正メニスカスレンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0031】次に、この実施例1にかかるズームレンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔（以下、これらを総称して軸上面間隔という） D (mm)、各レンズの d 線における、屈折率 N およびアッペ数 ν の値を表1に示す。

面	R	D	N	ν
1	67.160	1.94	1.80610	40.7
2	5.998	2.17		
3	8.078	2.26	1.84665	23.8
4	12.316	可変1		
5	絞り	1.02		
6	7.333	2.20	1.59380	61.4
7	-40.541	0.84		
8	13.712	1.87	1.59380	61.4
9	-19.837	1.35		
10	-60.842	1.10	1.84665	23.8
11	5.191	可変2		
12	11.664	2.07	1.69894	30.1
13	202.093	可変3		
14	∞	3.00	1.51680	64.2
15	∞			

$$f=7.05 \sim 19.74, F_{NO}=3.51 \sim 5.62, 2\omega=62.9 \sim 23.2^\circ$$

【0035】

	無限遠	
	WIDE	TELE
可変1	16.19	2.09
可変2	3.69	3.69
可変3	2.00	12.98

【0036】なお、表1の下段には広角端および望遠端各位置での、焦点距離 f 、 F_{NO} および画角 2ω の値が示されている。

【0037】また、表2（表4において同じ）において「至近距離」とは面1の頂点から0.2Mの位置を表す。

【0032】なお表中の数字は物体側からの順番を表すものである（表4において同じ）。

【0033】また、表2に表1中の軸上面間隔 D の欄における広角端 ($f=7.05\text{mm}$) から望遠端 ($f=19.74\text{mm}$) に亘る可変1、可変2および可変3の可変範囲を示す。

【0034】

【表1】

【表2】

	至近距離	
	WIDE	TELE
可変1	16.19	2.09
可変2	3.32	1.62
可変3	2.37	15.05

【0038】また、本実施例においては、第1レンズ L_1 、第3レンズ L_3 および第4レンズ L_4 に下記数1の非球面式で表される形状の非球面が設けられている。

【0039】

【数1】

非球面の定義

$$Z = \frac{h^2/R}{1 + \{1 - (1+K) \times h^2/R^2\}^{1/2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10}$$

Z : 光軸方向への深さ

R : 近軸曲率半径

h : 光軸からの高さ

K : 円錐定数

A₄、A₆、A₈、A₁₀ : 高次の非球面係数

【0040】また、下記表3には、上記非球面式に示される非球面の各定数K、A₄、A₆、A₈、A₁₀の値を示す。なお、上記非球面式におけるRには、表1にお

ける1、6、8、9の各面のR値を代入する。

【0041】

【表3】

非球面係数

面	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
1	0.09085	9.23161 × 10 ⁻⁵	5.13572 × 10 ⁻⁷	1.54307 × 10 ⁻⁹	5.23467 × 10 ⁻¹¹
6	-1.03466	1.14157 × 10 ⁻⁴	-4.40343 × 10 ⁻⁶	-1.50076 × 10 ⁻⁸	-9.51419 × 10 ⁻¹¹
8	-0.37537	-5.94183 × 10 ⁻⁴	-1.53468 × 10 ⁻⁶	-9.71282 × 10 ⁻⁹	-5.45055 × 10 ⁻¹¹
9	-2.01293	-2.16700 × 10 ⁻⁴	1.29716 × 10 ⁻⁶	5.46750 × 10 ⁻⁹	-7.27697 × 10 ⁻¹¹

【0042】図2は上記実施例1のズームレンズの広角端および望遠端における諸収差（球面収差、非点収差および歪曲収差）を示す収差図である。なお、各非点収差図には、サジタル像面およびメリディオナル像面に対する収差が示されている（図3についても同じ）。この図2から明らかなように、実施例1のズームレンズによればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされる。

【0043】なお、前述した条件式（1）～（7）は全て満足されており各々の値は下記表7に示す如く設定されている。

【0044】<実施例2>次に、実施例2の3群ズームレンズについて説明する。

【0045】この実施例2のレンズは、上記実施例1の

レンズとほぼ同様のレンズ構成とされているが、第4レンズL₄は像側に強い曲率の面を向けた両凸レンズとされ、第6レンズL₆は物体側に強い曲率の面を向けた両凸レンズとされている点で異なっている。

【0046】この実施例2における各レンズ面の曲率半径R（mm）、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D（mm）、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッペ数レを下記表4に示す。

【0047】また、表5に表4中の軸上面間隔Dの欄における広角端（f=6.91mm）から望遠端（f=17.27mm）に亘る可変1、可変2および可変3の可変範囲を示す。

【0048】

【表4】

面	R	D	N	v
1	23.413	2.00	1.74330	49.3
2	5.936	2.49		
3	11.059	2.29	1.80518	25.5
4	15.241	可変 1		
5	絞り	1.00		
6	5.914	1.98	1.69350	53.2
7	-51.916	0.15		
8	33.038	2.03	1.59380	61.4
9	-13.384	0.29		
10	-21.131	0.70	1.69894	30.1
11	4.407	可変 2		
12	10.013	2.12	1.51823	58.9
13	-50.945	可変 3		
14	∞	3.00	1.51680	64.2
15	∞			

$$f = 6.91 \sim 17.27, F_{NO} = 3.21 \sim 4.59, 2\omega = 64.1 \sim 26.4^\circ$$

【0049】

【表5】

	無限遠		至近距離	
	WIDE	TELE	WIDE	TELE
可変 1	17.55	2.18	17.55	2.18
可変 2	3.06	3.06	2.78	1.50
可変 3	2.00	9.85	2.28	11.41

【0050】なお、表4の下段には広角端および望遠端各位置での、焦点距離 f 、 F_{NO} および画角 2ω の値が示されている。

【0051】また、本実施例のズームレンズは、第1レンズ L_1 、第2レンズ L_2 、第3レンズ L_3 および第4レンズ L_4 に上記非球面式で表される形状の非球面が設けられている。

非球面係数

面	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
1	0.06012	6.58996×10^{-5}	-1.20277×10^{-7}	-1.95387×10^{-8}	1.71622×10^{-10}
3	2.14424	-4.99897×10^{-4}	-2.89848×10^{-6}	1.47534×10^{-8}	5.65755×10^{-12}
4	-1.27497	-5.00231×10^{-4}	2.84148×10^{-7}	-3.81961×10^{-8}	-2.40974×10^{-10}
6	-0.84213	1.19717×10^{-4}	4.29550×10^{-7}	2.92038×10^{-9}	-9.66526×10^{-11}
8	-0.01455	-3.76672×10^{-4}	-2.71478×10^{-7}	-9.73090×10^{-11}	-7.09190×10^{-11}
9	-2.80311	1.81626×10^{-4}	-1.94544×10^{-6}	-5.85132×10^{-9}	-1.36020×10^{-10}

【0054】図3は上記実施例2のズームレンズの広角端および望遠端における諸収差を示す収差図である。この図3から明らかなように、実施例2のズームレンズによればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされる。

【0052】また、下記表6には、上記非球面式に示される非球面の各定数 K 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} の値を示す。なお、上記非球面式における R には、表4における 1、3、4、6、8、9 の各面の R 値を代入する。

【0053】

【表6】

【0055】なお、前述した条件式(1)～(7)は全て満足されており、各々の値は下記表7に示す如く設定されている。

【0056】

【表7】

	実施例 1	実施例 2
条件式 (1)	0.53	0.45
条件式 (2)	1.48	1.13
条件式 (3)	0.69	0.92
条件式 (4)	0.21	0.19
条件式 (5)	1.81	1.74
条件式 (6)	16.9	23.8
条件式 (7)	4.81	6.29

【0057】なお、本発明の3群ズームレンズとしては上記実施例のものに限られるものではなく、例えば各レンズ群を構成するレンズの枚数や形状は適宜選択し得る。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の3群ズームレンズによれば、無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を変倍期間中に亘りほぼ一定としているので、撮像面からの射出瞳位置を適切に設定しつつ、リアーフォーカス方式の採用が可能になる。

【0059】また、第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚で構成し、さらに第1レンズ群と第2レンズ群にそれぞれ少なくとも1つの非球面を使用することで、小型でありながら諸収差を良好に補正することができる。

【0060】さらに、本発明のズームレンズは、全てのレンズ群が移動可能とされているので、メカ的に沈胴機

構を取り付けることが比較的容易であり、全長をさらに短くすることも可能となる。

【0061】さらに、本発明の3群ズームレンズによれば、上述した4つの条件式(1)～(4)を満足している。

【0062】これにより、2.5倍以上の変倍比を確保しつつ、フォーカシングの高速化を図ることが可能であり、前玉から撮像面までの全長が最大撮像サイズ(=最大像高×2)の6倍以下と小型なものとしつつ、充分な高解像力を発揮し得る諸収差が良好な3群ズームレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(実施例1および実施例2)に係るレンズ基本構成を示す概略図

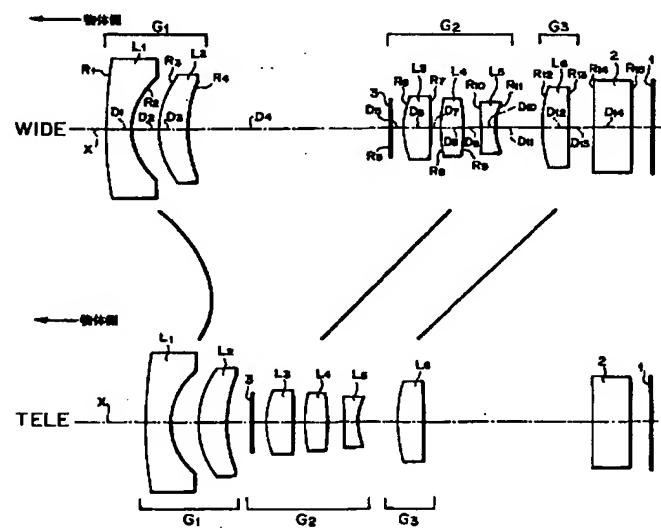
【図2】実施例1に係るレンズの広角端および望遠端における収差図

【図3】実施例2に係るレンズの広角端および望遠端における収差図

【符号の説明】

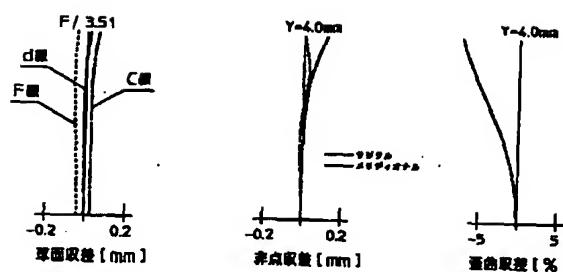
$L_1 \sim L_6$	レンズ
$R_1 \sim R_{15}$	レンズ面の曲率半径
$D_1 \sim D_{14}$	レンズ面間隔(レンズ厚)
X	光軸
1	結像面
3	絞り

【図1】

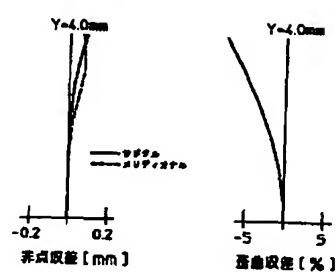


【図2】

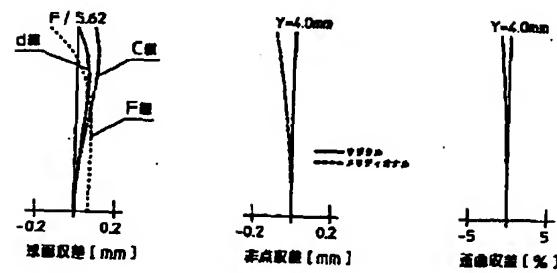
WIDE 実施例 1



WIDE 実施例 2



TELE



TELE

